

**ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN:
EFECTOS Y CONSECUENCIAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

**CINDY PAOLA BETTIN SÁNCHEZ
PAULA LICETH ORDOSGOITIA PEÑA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA**

2020

**ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR EN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN:
EFECTOS Y CONSECUENCIAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL**

**CINDY PAOLA BETTIN SÁNCHEZ
PAULA LICETH ORDOSGOITIA PEÑA**

**Trabajo de grado presentado en la modalidad de Monografía, como parte de los
requisitos para optar el Título de Especialista en Higiene y Seguridad Industrial.**

**Director (s):
JAIME ANDRÉS ARARAT HERRERA,
MSc. Ciencias de la Administración**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA**

2020

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores.

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Montería Mes _____ Día _____ Año _____

A Dios

A mi amado esposo Juan Daniel por su apoyo incondicional

A mi compañera Cindy, por su compromiso y dedicación.

Paula

A Dios

A mi Familia, gracias por ayudarme en mis batallas y celebrar mis triunfos.

A mi compañera Paula, por su apoyo y dedicación desde el primer día.

A mis amigos.

Cindy

Agradecimientos:

A la Universidad de Córdoba, que, a través del Departamento de Ingeniería Industrial, brindó la oportunidad de culminar con éxito este posgrado.

A nuestro tutor, Jaime Andrés Ararat Herrera, por su orientación, supervisión y paciencia durante la elaboración de esta monografía.

A todos los profesores que aportaron a nuestro crecimiento profesional con todos sus conocimientos y experiencias.

A los jurados, por sus aportes y recomendaciones que permitieron la culminación de esta monografía

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	10
1 OBJETIVOS	11
1.1 Objetivo General.....	11
1.2 Objetivos Específicos	11
2 DESARROLLO DEL TEMA.....	11
2.1 Industria de la Construcción: Características y Riesgos Asociados	12
2.2 Gestión de los riesgos asociados al sector de la construcción	16
2.3 Estrés Térmico por Calor en el Sector Construcción.....	21
2.4 Métodos de Evaluación del Estrés Térmico por Calor	21
2.5 Factores que influyen en el Estrés Térmico por calor en el sector construcción	23
2.5.1 Cambio Climático	23
2.5.2 Ropa y Elementos de Protección Personal	25
2.5.3 Otros factores asociados al estrés térmico por calor.....	25
2.6 Efectos del Estrés Térmico por calor en los trabajadores del sector construcción....	27
2.6.1 Efectos Fisiológicos.....	27
2.6.2 Productividad.....	28
2.7 Enfermedades y accidentes asociados al estrés térmico por calor en la construcción	29
3 CONCLUSIONES	38
4 BIBLIOGRAFÍA	39

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Riesgos asociados a las diferentes etapas de la construcción.	17
Tabla 2 Valores límites permisibles para riesgo por estrés térmico.....	23
Tabla 3 Medidas Preventivas	35

LISTADO DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfica 1 Número de artículos incluidos en la revisión, por año.....	12
Gráfica 2 Participación % del PIB de la construcción al PIB total de países en la región (2018 - 2019).	14
Gráfica 3 Accidentalidad en el sector construcción en Colombia - Corte marzo 2020.	20
Gráfica 4 Enfermedades Laborales asociadas al sector construcción en Colombia - Corte marzo 2020.....	20
Gráfica 5 Horas de mayor accidentalidad en Omán (País de oriente medio).	33

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Aportes de la Construcción a la economía colombiana.....	15
Figura 2 Cambio en la temperatura media en superficie (1986-2005 a 2081-2100).	24
Figura 3 Enfermedades relacionadas con el calor y síntomas asociados.	29

RESUMEN

Con el incremento de la temperatura debido al cambio climático, millones de personas alrededor del mundo, especialmente los trabajadores en el sector de la construcción están expuestos a condiciones de calor extremo, causante de estrés térmico por calor que es uno de los mayores riesgos para la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores. El estrés térmico por calor se define como la carga de calor que las personas reciben y acumulan en su cuerpo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.). El objetivo de este trabajo es explorar los estudios que se han realizado entorno al estrés térmico por calor en el sector de la construcción y visibilizar sus efectos en los trabajadores. Los artículos que se incluyeron en esta revisión permiten afirmar que es imperativa la realización de más investigaciones sobre los trabajadores que experimentan exposición al calor, a fin de evaluar los impactos en términos de accidentalidad, enfermedades y productividad laboral, y que permita mejorar la gestión de los riesgos laborales en este sector.

Palabras Clave: construcción, estrés por calor, riesgos laborales, trabajadores de la construcción.

ABSTRACT

With the increase in temperature due to climate change, millions of people around the world, especially workers in the construction sector, are exposed to extreme heat conditions, causing heat stress that is one of the greatest risks to the safety, health and well-being of workers. Heat thermal stress is defined as the heat load that people receive and accumulate in their body. The objective of this work is to explore the studies that have been carried out around heat thermal stress in the construction sector and to make visible its effects on workers. The articles included in this review make it possible to state that more research on workers experiencing heat exposure is imperative to assess impacts in terms of accidentality, illness and labour productivity, and to improve the management of occupational risks in this sector.

Key words: construction, heat stress, occupational hazards, construction workers.

INTRODUCCIÓN

Según cifras de la Organización Internacional del Trabajo (2019), en las últimas dos décadas se ha observado un crecimiento en el calentamiento global que podría ser hasta de 1.5 °C para finales de siglo XXI; escenario que convertirá el estrés térmico y a las condiciones atmosféricas extremas en fenómenos habituales, incidiendo no sólo en la productividad laboral, sino también, en el aumento de los riesgos para la salud de los trabajadores en distintos sectores económicos, como el sector de la construcción, que tendrá un mayor impacto en el desarrollo de sus actividades productivas y un aumento significativo de los riesgos laborales asociados a las altas temperaturas como: fatiga, golpes de calor entre otras. (Organización Panamericana de la Salud, 2019)

En tal sentido, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), afirma que aún faltan datos confiables y sistematizados que permitan determinar la magnitud del problema (Moreno, 2010); sobre todo, en algunas regiones de América Latina y del Caribe, donde pese a ser una de las zonas del mundo donde el sector de la construcción representa una parte importante del PIB regional, aún no existe una comprensión contextual de los efectos adversos para la salud de los trabajadores del sector construcción, expuestos a ambientes de trabajo a altas temperaturas.

Bajo este contexto, esta monografía pretende explorar los estudios que se han realizado entorno al estrés térmico por calor en el sector de la construcción y visibilizar sus efectos en los trabajadores en regiones identificadas como de alto impacto térmico, al tiempo que se proponen medidas que permitan reducir los riesgos derivados de la exposición a altas temperaturas en zonas como el departamento de Córdoba – Colombia.

Para ello, en la primera parte se hizo un recuento de las generalidades y los principales riesgos asociados a las actividades realizadas en la industria de la construcción. En la segunda parte, se define el estrés térmico por calor, métodos para su medición y los factores que influyen en él. Una tercera parte presenta los resultados encontrados sobre los efectos que el riesgo de estrés térmico por calor puede causar en los trabajadores en la industria de la construcción. Finalizando con algunas conclusiones a partir de la literatura académica encontrada.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Identificar los estudios realizados en los últimos ocho (8) años en diferentes bases de datos científicas, sobre estrés térmico por calor en los trabajadores del sector construcción, para establecer los efectos y consecuencias de este factor por el calentamiento global.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la producción científica existente relacionada con el estrés térmico por calor en el sector de la construcción, producida en diferentes bases científicas de ingeniería y gestión.
- Analizar los factores estudiados a nivel mundial acerca del estrés térmico por calor y su impacto en los trabajadores del sector de la construcción.
- Presentar las principales conclusiones que se tienen del estrés térmico por calor en sector de la construcción.

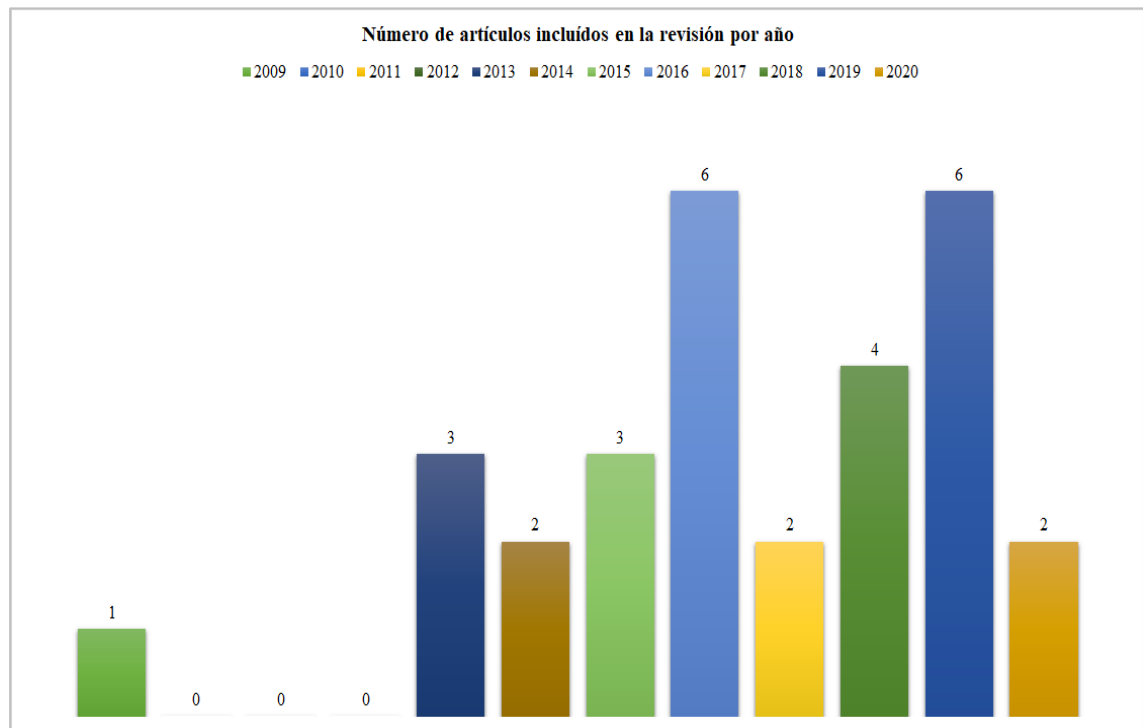
2 DESARROLLO DEL TEMA

El propósito del presente documento es realizar una monografía con base en la revisión de distintos artículos científicos en los últimos ocho (8) años en bases de datos como: Scopus, Google Scholar, Science Direct, Springer Link, JSTOR, HHS Public Access y ResearchGate. Bajo un protocolo de búsqueda, soportado en palabras clave. Para este caso en particular, se utilizarán como criterios de búsqueda, los siguientes pares de palabras clave: “*Heat stress*”, “*Work construction*”, “*Labor risks*”, “*Construction workers*”, para la identificación de estudios relacionados con la medición del estrés térmico por calor y su incidencia en factores como la salud, la productividad, accidentes y lesiones en el trabajo en el sector de la construcción.

Se encontraron veintinueve (29) artículos relevantes con relación al estrés térmico por calor en la construcción archivados en los motores de búsqueda mencionados. La información se

consolidó en una base de datos en Excel, donde se registraron datos como nombre de los autores, año de publicación del artículo, metodología utilizada, resultados y conclusiones.

La tendencia por año de los artículos incluidos en esta revisión demuestra un aumento significativo de estudios con relación al estrés térmico por calor en el sector construcción, a partir del año 2016, como se ilustra en la Gráfica 1.



Gráfica 1 Número de artículos incluidos en la revisión, por año.

2.1 Industria de la Construcción: Características y Riesgos Asociados

La actividad de la construcción se refiere tradicionalmente a la ejecución de obras públicas o privadas por parte de empresas constructoras, contratistas o subcontratistas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002). Estas obras se clasifican en obra civil que corresponden a la realización de infraestructuras (puentes, carreteras, canales, aeropuertos y demás obras destinadas al uso público), y en edificaciones (estructuras cerradas con dotación propia de servicios) que pueden ser de uso residencial y no residencial. (García & Myro, 2015)

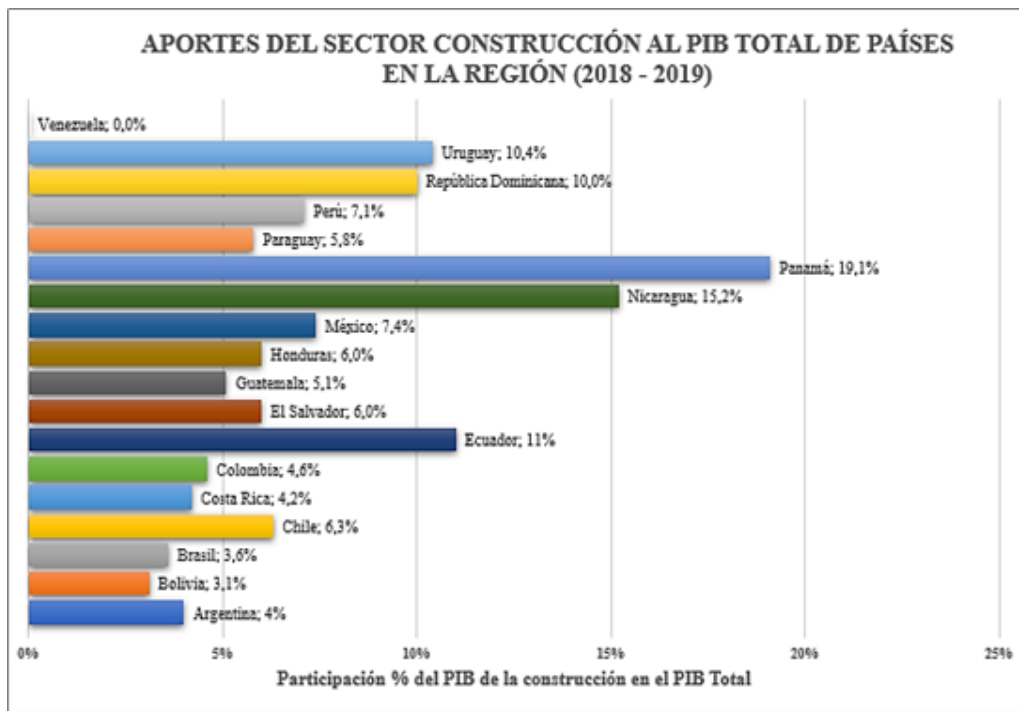
La relevancia de la industria de la construcción no solo se debe a que es la responsable directa de la creación de infraestructura e instalaciones (Acevedo, Vásquez, & Ramírez, 2012) de las que depende prácticamente cualquier otro sector, sino también, porque se encarga de su mantenimiento, reparación y trabajos de mejoras (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008). Esta característica hace que, desde el momento de la planeación del proyecto hasta la culminación de este, exista un efecto multiplicador sobre otras industrias conexas como transporte, madera, producción de materiales de construcción, muebles, accesorios, electrodomésticos, etc. (Marroquín, Ulloa & Trinidad, 2008)

Aunque una economía sana y en crecimiento se caracteriza por la sinergia entre factores como la inversión en capital privado, el entorno institucional y la innovación tecnológica, es innegable que el sector construcción impulsa directa o indirectamente la actividad económica.

En este sentido, el impacto de la infraestructura sobre el crecimiento económico se evidencia en tres (3) frentes: (i) Impacto económico a largo plazo, relacionado con un aumento sostenido en la actividad económica, aumento de la mano de obra y la productividad industrial, (ii) Inversión en infraestructura, que representa un aumento temporal de la actividad económica por la creación de puestos de trabajo de ingeniería y construcción (Corporación Andina de Fomento, 2018), y (iii) La disponibilidad de esta gama de infraestructuras en un territorio contribuye, a la modernización de los entornos productivos y al equipamiento de los centros urbanos, cuyo fin último es satisfacer las necesidades sociales. (Fouce, 2016)

De acuerdo con Mckinsey Global Institute (2017), el sector de la construcción emplea cerca del 7% de la población en edad de trabajar, y es uno de los más importantes a nivel global con movimientos anuales de recursos equivalentes al 13% del PIB y \$10 billones de dólares gastados en bienes y servicios relacionados con la construcción cada año (McKinsey Global Institute, 2020). Es así como en América Latina y el Caribe, el sector construcción tiene especial importancia por ser un mecanismo que aporta significativamente a la generación de empleo y cumple un papel fundamental en mejorar la productividad y competitividad frente

al mercado mundial. En la Gráfica 2 se muestra la participación (en porcentaje) que tuvo la construcción en el PIB total durante el periodo 2018 – 2019.



Gráfica 2 Participación % del PIB de la construcción al PIB total de países en la región (2018 - 2019).

Fuente: Elaboración propia, a partir de Federación Interamericana de la Industria de la Construcción, 2019.

En países como Colombia, el sector de la construcción es uno de los ejes fundamentales del desarrollo nacional siendo trascendental en las políticas públicas de gobierno (Henao, 2012) por su papel en el mejoramiento de la competitividad y facilitador de interacciones externas e internas al país, al tiempo que brinda oportunidades a millones de personas con la generación de más empleos (Roa, 2019). En la Figura 1, se muestra el aporte del sector construcción a la economía colombiana.



Figura 1 Aportes de la Construcción a la economía colombiana.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cámara Colombiana de la Construcción, 2019.

En tal sentido, la construcción de edificaciones junto con las actividades inmobiliarias genera 1.8 millones de empleos que corresponden al 7% del total de ocupados en el país. Las cifras del trimestre de abril y junio de 2019, muestran 1 millón 545 mil ocupados en el sector (Cámara Colombiana de la Construcción, 2019) que se traducen en \$10,3 billones de pesos en salarios directos a los trabajadores y articula más del 54% de los sectores productivos con los que, de manera conjunta, promueven el empleo y la producción en el país. De manera particular, los cinco sectores con mayor encadenamiento directo de la actividad son: los

servicios de construcción, cementos, concretos y vidrios, hierros y aceros, productos metálicos elaborados, y productos de madera. (Cámara Colombiana de la Construcción, 2019)

Por ejemplo, en el departamento de Córdoba, de acuerdo con el último informe de CAMACOL Córdoba & Sucre (2019) sobre la actividad edificadora, el sector de la construcción representa el 4,9% del PIB departamental y es una de las tres (3) ramas que más impulsa el crecimiento económico, sólo superada por la explotación de minas y canteras con 8,3%. Para el caso de la ciudad de Montería, de las personas ocupadas durante el trimestre de diciembre 2019 – febrero de 2020, el sector construcción tuvo una participación en el empleo del 7,7% (Ministerio de Comercio, 2020), actividades que conllevan a un mayor nivel de responsabilidad pues generan una serie de retos a nivel de riesgos para trabajadores y comunidad en general.

2.2 Gestión de los riesgos asociados al sector de la construcción

Si bien el sector de la construcción es uno de los más importantes para el gobierno, dado que es un gran generador económico y social en términos de empleabilidad, fomentando empleos directos e indirectos, desde oficios especializados hasta oficios operativos y auxiliares, también es uno de los sectores más peligrosos y se encuentra clasificado en riesgo de Clase V (Riesgo Máximo) debido a la complejidad y exigencia física de las tareas que se realizan.

A continuación, se describen los peligros más relevantes en el sector de la construcción:

- **Peligros Biológicos:** Por exposición a microorganismos infecciosos, a sustancias tóxicas de origen biológico o por ataques de animales.
- **Peligros Químicos:** Por inhalación de polvo proveniente de derrumbes de muros y manejo de equipos y máquinas. Contacto con sustancias nocivas como cemento, pegante para PVC, vapores de disolventes utilizados en pinturas y pegantes.

- **Peligros físicos:** Por el ruido proveniente de equipos y maquinaria como vehículos, compresores neumáticos y grúas. Vibraciones mano a brazo o cuerpo completo por manipulación de herramientas y maquinaria. Temperaturas extremas (calor/frío) por el desarrollo de trabajo a la intemperie.
- **Peligros Biomecánicos:** Manipulación de cargas pesadas, posturas prolongadas, movimientos repetitivos de miembros por uso de herramientas y equipos.
- **Peligros por Condiciones de Seguridad:** Caídas de material a las áreas de trabajo, caídas de operarios a un mismo nivel o a niveles inferiores, realización de trabajos en alturas y riesgo eléctrico por manipulación de herramientas y equipos.
- **Peligros Psicosociales:** Por cargas pesadas de trabajo e inestabilidad laboral.
- **Peligros por Fenómenos Naturales:** Cambios en las condiciones climáticas como lluvias, vientos fuertes, etc.

Además, deben considerarse las diversas tareas involucradas en las etapas de un proyecto de construcción, que tienen asociados riesgos y peligros, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Riesgos asociados a las diferentes etapas de la construcción.

Etapas de la construcción	Riesgos y peligros asociados
<p>Descapote, Demolición, Excavación, Pilotaje y Cimentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de material a las áreas de trabajo. • Caídas de operarios a un mismo nivel o a niveles inferiores. • Manejo o manipulación de equipos, herramientas o materiales. • Colisiones o atropellos con maquinaria pesada. • Atrapamiento por manejo de máquinas y equipos.

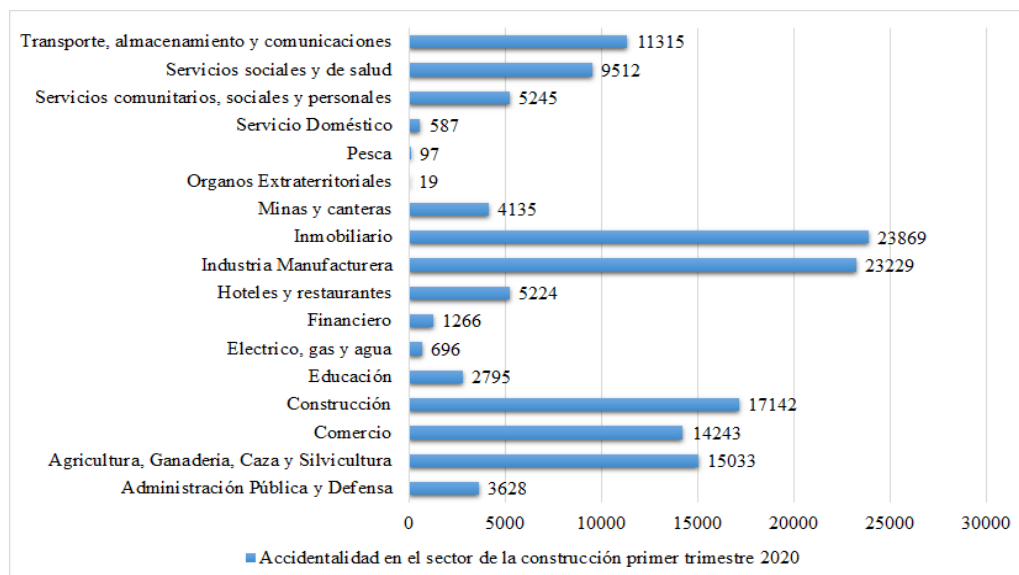
Etapas de la construcción	Riesgos y peligros asociados
	<ul style="list-style-type: none"> ● Inhalación de polvo proveniente de derrumbe de muros y manejo de equipos y máquinas. ● Ruido y vibración por manejo y operación de los equipos. ● Contacto con sustancias nocivas (cemento, pegamentos para PVC, asbesto). ● Riesgos eléctricos (instalaciones provisionales). ● Manejo y uso de explosivos.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> ● Caídas (de niveles altos o de un mismo nivel). ● Caídas de material. ● Manejo o manipulación de herramientas, materiales y maquinarias. ● Riesgos eléctricos. ● Contacto con sustancias nocivas (cemento, pegamento para PVC). ● Ruido. ● Polvo.
Acabados	<ul style="list-style-type: none"> ● Ruido proveniente de la manipulación de la pulidora eléctrica. Polvo que se desprende de las labores en que se utiliza la pulidora eléctrica. ● Manipulación de herramientas manuales y materiales en general (martillos, vidrios, puntillas). ● Sustancias químicas (vapores de disolventes utilizados en pintura y pegamentos). ● Superficies de trabajo defectuosas (pisos, rampas, escaleras). ● Caída de objetos. ● Caídas al mismo nivel.

Etapas de la construcción	Riesgos y peligros asociados
	<ul style="list-style-type: none"> ● Caídas a distinto nivel, por resbalones o por hundimiento de la superficie de los andamios.

Fuente: Robledo, 2013.

Como se ha mencionado, el sector de la construcción cuenta con un conjunto de riesgos laborales propios porque las actividades que aquí se realizan son consideradas de alto riesgo y con capacidad de desencadenar accidentes de trabajo y enfermedades laborales. Los accidentes laborales tienen su origen por causas inmediatas o básicas: las inmediatas son las que producen el accidente de manera directa y están conformadas por actos inseguros (comportamientos inadecuados de los trabajadores) y condiciones inseguras (Instalaciones, equipos, maquinaria y herramientas que se encuentran en mal estado y ponen en riesgo de sufrir un accidente a los trabajadores. (González, Bonilla, & Quintero, 2016)

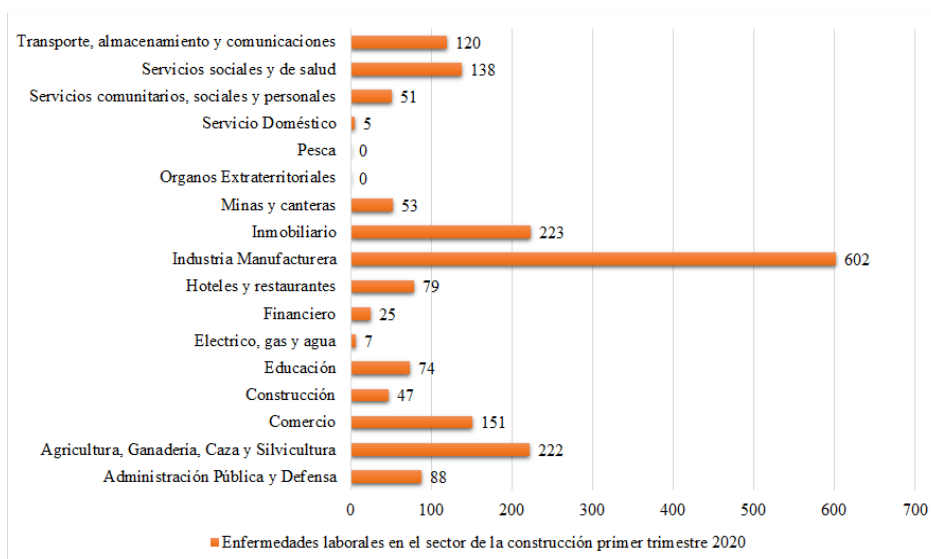
Según datos de la Organización Internacional del Trabajo, 6.300 personas mueren al día en todo el mundo debido a accidentes o enfermedades provocadas por el trabajo, lo que significa un total de 2,3 millones de individuos fallecidos al año (Construir América Central y el Caribe, 2020). En Colombia, la construcción es uno de los sectores con mayor índice de accidentalidad con un total de 17.142 accidentes de trabajo durante el primer trimestre del año 2020, ocupando el tercer lugar después de sectores como manufactura e inmobiliario (Ver Gráfica 3).



Gráfica 3 Accidentalidad en el sector construcción en Colombia - Corte marzo 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Salud, Indicadores de riesgos laborales, 2020.

De igual forma, se registraron 47 enfermedades laborales en el sector de la construcción durante el mismo periodo (Ver Gráfica 4).



Gráfica 4 Enfermedades Laborales asociadas al sector construcción en Colombia - Corte marzo 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Salud, Indicadores de riesgos laborales, 2020.

Sin embargo, no existen datos o estadísticas que relacionen las causas que dieron origen a los accidentes y enfermedades laborales en los sitios de construcción, y de manera especial, al riesgo físico por exposición a temperaturas extremas (específicamente calor), influenciado entre otros aspectos por la ausencia de regulaciones específicas en la materia (Hurtado & Sendoya, 2016) y porque las enfermedades relacionadas con el calor no requieren de notificación epidemiológica y son frecuentemente mal clasificadas o no reconocidas. (Organización Panamericana de la Salud, 2019)

2.3 Estrés Térmico por Calor en el Sector Construcción

El calor se define como una forma de energía en constante movimiento y sensación que experimenta el cuerpo humano cuando su temperatura es inferior a la del otro cuerpo o elemento que le transmite la suya (Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo, 2011), y su existencia en los ambientes laborales constituye, sin duda, una fuente de problemas para el rendimiento, productividad y calidad del trabajo, pero especialmente, en el confort y la salud de los trabajadores. (Stérling, 2015)

El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores/as reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan, la ropa y elementos de protección personal que utilizan (Secretaría de Salud Laboral UGT - Madrid, 2012), el tiempo de exposición y factores personales entre los que se destacan las condiciones de salud y la falta de aclimatación. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, produciendo daños irreversibles. (Camacho, 2013)

2.4 Métodos de Evaluación del Estrés Térmico por Calor

Los métodos de evaluación de los ambientes térmicos calurosos deben ser asequibles para el usuario, convertirse en herramientas útiles y aplicables en la práctica, independientemente de su sencillez o complejidad y pueden ser de tipo cualitativo como el método *EVALTER-OBS* que se puede aplicar en lugares de trabajo cerrados o semicerrados, en empresas de cualquier

tamaño y se basa en la observación directa de las condiciones habituales de trabajo para identificar los riesgos y molestias térmicas que puedan dar lugar a daños para su salud o si se trabaja en condiciones que producen incomodidad o molestias inaceptables por calor o frío. Los siete (7) factores que deben considerarse al momento de realizar la evaluación son: **1.** la temperatura del aire (temperatura del ambiente), **2.** la humedad del aire, **3.** la radiación térmica, **4.** las corrientes de aire, **5.** la actividad física desarrollada (tasa o consumo metabólicos), **6.** la ropa o vestimenta de los trabajadores, y **7.** la opinión de los trabajadores (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.).

Por otra parte, las metodologías de tipo cuantitativo se basan en índices para estimar el estrés térmico al que se someten los trabajadores e indicar cuando pueda llegar a ser intolerable (Fabricio, 2004), y el más utilizado es la *Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo - TGBH* (WBGT, por sus siglas en inglés). Este se basa en la idea de indicar “qué tan caliente está”, mediante un dispositivo encargado de imitar el desgaste del cuerpo humano que recibe calor de la temperatura del aire y la radiación solar, mientras se enfría por el viento (Rowlinson, YunyanJia, Li, & ChuanjingJu, 2014), y está determinado por dos lecturas individuales: La temperatura del bulbo húmedo y la temperatura del globo.

Los resultados que se obtienen son comparados con los valores propuestos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), conocidos como “Valores Límites Permisibles” o TLVs (Ver Tabla 2), y aunque no considera aspectos como la velocidad del aire (solo se tiene en cuenta hasta cierto punto), las características de la ropa del trabajador y los procesos de adaptación fisiológica, sigue siendo una técnica apropiada como indicador de primer orden para evaluar los factores ambientales que generan molestias y enfermedades relacionadas con el calor (Dutta, y otros, 2015), y proporciona herramientas que permiten la gestión eficaz de la sobrecarga térmica en los trabajadores.

Tabla 2 Valores límites permisibles para riesgo por estrés térmico.

Consumo metabólico Kcal/hora	Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.

2.5 Factores que influyen en el Estrés Térmico por calor en el sector construcción

2.5.1 Cambio Climático

No hay que ir muy lejos para encontrar explicaciones porque el cambio climático se nota en la vida diaria y hay abundantes pruebas científicas que confirman que es un fenómeno real (Oficina Internacional del Trabajo, 2017) y una de las mayores amenazas que enfrenta el mundo. Si bien no hay un sector de la población que esté a salvo del aumento de la temperatura ambiente, sí hay algunos grupos de población que están más expuestos o son más vulnerables al calor excesivo (Organización Meteorológica Mundial, 2019), como el caso de los trabajadores del sector de la construcción, donde el trabajo duro y las exigencias físicas que demanda la tarea, se ven agravadas por la exposición al clima cálido y húmedo en regiones tropicales y subtropicales (Yi & Chan, 2015), y que sumada a las “islas urbanas de calor” producto de la concentración demográfica de las ciudades modernas que consumen y

disipan energía en un entorno conformado por estructuras masivas con materiales absorbentes del calor, intensificará el impacto del calor. (Torres, 2019)

De aquí que, los trabajadores, especialmente los que trabajan al aire libre, suelen ser los primeros en estar expuestos a los efectos del cambio climático, por la exposición a períodos más largos y a intensidades mayores que a la larga podrían resultar en un aumento en la prevalencia y severidad de los riesgos y exposiciones ocupacionales conocidos, y también, en la aparición de otros nuevos. Considerando que el cambio climático puede contribuir a una disminución en la capa de ozono y afectar los niveles de radiación UV en la superficie de la tierra (Moda, Filho, & Minhas, 2019), las previsiones sobre el clima apuntan hacia un aumento en la frecuencia y la intensidad de los episodios climáticos extremos (Ver Figura 2), y con ello, que los trabajadores al aire libre tengan una exposición más frecuente, intensa y prolongada a la radiación UV y a una pérdida de puestos de trabajo y disminución de la productividad laboral.

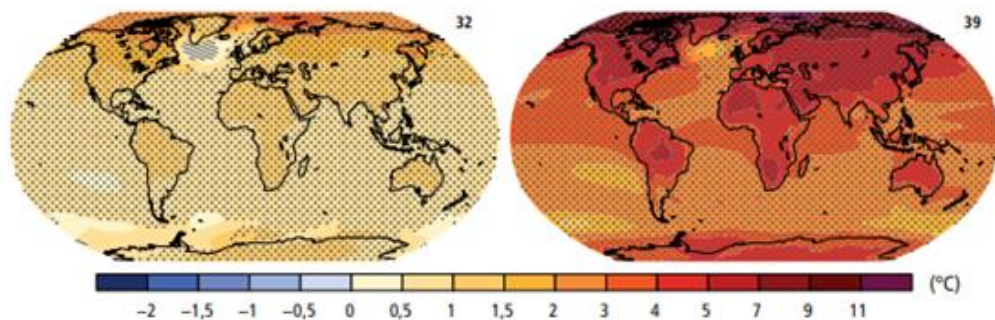


Figura 2 Cambio en la temperatura media en superficie (1986-2005 a 2081-2100).

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014.

Bajo este escenario, se estima que para el año 2030 el alza en la temperatura del planeta podría ocasionar la pérdida del 19% de horas de trabajo en el sector construcción (Organización Internacional del Trabajo, 2019). Por tanto, el aumento en la temperatura causada por el cambio climático es uno de los peligros de mayor preocupación en los trabajos de construcción en todo el mundo (Yang & Chan, 2017) debido al impacto que tiene sobre

el cuerpo humano y porque agrava los riesgos de sufrir consecuencias adversas, siendo el estrés térmico por calor uno de los más peligrosos.

2.5.2 Ropa y Elementos de Protección Personal

La ropa es considerada una capa de protección entre el cuerpo y el ambiente adverso, pero también actúa como una barrera que evita la evaporación del sudor y que afecta la disipación del calor corporal en condiciones de calor y humedad. La limitación en la capacidad de intercambio de calor está asociada con el área de superficie, ya que la ropa que cubre un área más grande puede causar aumentos más rápidos en la temperatura corporal central durante la actividad física. (Chan, Yang, Wong, & Yam, 2013)

De forma similar, los equipos de protección individual con características que impiden o dificultan dicho intercambio, obstaculizan la liberación de calor del organismo hacia el ambiente y son un factor de estrés térmico (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2019). Los cascos de seguridad, chalecos reflectantes y botas de seguridad, de uso común en sitios de construcción, a menudo aumentan la tensión del calor de los trabajadores. Los materiales utilizados en los chalecos reflectantes están hechos de materiales impermeables al agua que bloquean la disipación efectiva del calor y conducen a la renuencia de los trabajadores a usarlos. Los cascos de seguridad, especialmente aquellos sin ventilación, pueden elevar dramáticamente la temperatura dentro del casco de un trabajador, registrando temperaturas hasta de 57 °C cuando la temperatura ambiental era de 33 °C, provocando que los trabajadores dejen de usarlos para aliviar el estrés por calor, pero exponiéndose a otros peligros presentes en el sitio. (Rowlinson, YunyanJia, Li, & ChuanjingJu, 2014)

2.5.3 Otros factores asociados al estrés térmico por calor

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (s.f), además de los factores mencionados, en el estrés térmico por calor también influyen aspectos como:

- **Tiempo de exposición (duración del trabajo):** Si es largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, el trabajador puede acumular una cantidad peligrosa de calor.
- **Factores personales:** La falta de aclimatación al calor, obesidad, edad, estado de salud, toma de medicamentos, estado físico inadecuado, falta de descanso, consumo de alcohol, drogas y exceso de cafeína, antecedentes de trastornos relacionados con el calor

La falta de aclimatación al calor es uno de los factores personales más importantes, ya que los trabajadores no aclimatados pueden sufrir daños en condiciones de estrés térmico por calor que no son dañinas para sus compañeros que llevan tiempo trabajando en esas condiciones. La aclimatación al calor hace que el cuerpo sea capaz de tolerar mejor los efectos del calor, al favorecer los mecanismos de termorregulación fisiológica: aumenta la producción del sudor, disminuye su contenido en sales y aumenta la vasodilatación periférica; por tanto, ningún trabajador debería trabajar la jornada completa en condiciones de estrés térmico por calor sin estar aclimatado. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f)

Los trabajadores con enfermedades cardiovasculares, respiratorias, enfermedades de la piel, enfermedades de las glándulas sudoríparas, diabetes, insuficiencia renal, enfermedades gastrointestinales, epilepsia y enfermedades mentales son más vulnerables frente al estrés térmico por calor y no deberían trabajar en condiciones de calor extremo. La ingestión de ciertos medicamentos, tanto prescritos por el médico como los que no necesitan receta médica, incrementa los riesgos y se recomienda preguntar al médico. Algunos medicamentos actúan alterando la termorregulación natural del cuerpo (antihistamínicos, antidepresivos, tranquilizantes, etc.) y los diuréticos pueden facilitar la deshidratación.

Finalmente, un estudio realizado por Umar & Egbu (2018), donde se analizaron 623 accidentes ocurridos en la construcción en Omán (País de oriente medio), confirmó que de los trabajadores seleccionados el 80% tenían sobrepeso u obesidad, ocasionando que dichos

trabajadores se vean más afectados por el calor y el trabajo físico exigente, y que su rendimiento no sea el mismo que el de un trabajador clasificado como normal o saludable.

2.6 Efectos del Estrés Térmico por calor en los trabajadores del sector construcción

Existe una clara relación causa - efecto entre el ambiente laboral y los efectos sobre los trabajadores. Los trabajadores de la construcción se ven particularmente afectados por el estrés por calor, debido a la producción de calor corporal generada por tareas físicamente exigentes y condiciones de trabajo en temperaturas más altas que la temperatura en ambientes interiores, como los trabajos de techo, construcción de carreteras o trabajos de interior en un edificio sin aire acondicionado y poca ventilación (Yi & Chan, 2017), de ahí la importancia de realizar estudios que evalúen las condiciones ambientales a las que están expuestos los trabajadores durante su jornada laboral. A continuación, se muestran algunos estudios existentes en la literatura que dan cuenta de los principales efectos que el estrés térmico por calor ocasiona en los trabajadores del sector de la construcción.

2.6.1 Fisiológicos

Los mecanismos fisiológicos del calor extremo en la salud humana han sido bien documentados. Muchos estudios experimentales han demostrado que trabajar en ambientes calurosos puede aumentar el riesgo de lesiones (Levi, Kjellstrom, & Baldasseroni, 2018). Yasmeen, Liu, Wu, & Li (2020), evaluaron la respuesta fisiológica inicial de los trabajadores aclimatados bajo diferentes intensidades de trabajo y horarios de trabajo/ descanso, en un área con veranos muy húmedos (humedad relativa promedio del 60%) y calurosos (temperatura promedio del aire de aproximadamente 38 – 40 °C).

Los resultados demostraron que a una temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH) de 31.5 °C y humedad relativa de 75%, la temperatura de la piel de un trabajador expuesto al sol fue aproximadamente 1.5 – 2.5 °C más alta que el nivel de comodidad, y más alta que la temperatura de la piel de trabajadores en ambientes interiores con el mismo patrón de trabajo. Sugieren que, en función de sus respuestas fisiológicas, si los sujetos trabajan en dos turnos (temprano en la mañana y en la tarde) y dejan de trabajar durante la mitad del día laboral

(durante aproximadamente 5 - 6 h, entre las 10:30 am hasta 15:30 pm), podrían reducir sus riesgos de problemas de salud.

De forma similar, Jin, Zhang, & Zhang (2016) analizaron las respuestas psicológicas y fisiológicas de treinta jóvenes sanos frente a condiciones experimentales de temperatura del aire y humedad relativa (HR). Los resultados confirman que las respuestas térmicas humanas (sensación térmica, aceptabilidad y comodidad), humedad (sensación húmeda y aceptabilidad) y fisiológicas (temperatura media de la piel, humectación de la piel) cambiaron significativamente cuando la HR cambió del 70% al 90% a una temperatura ambiente de 32 °C, pero solo la sensación de humedad y la humectación de la piel cambiaron significativamente cuando la HR cambió del 50% al 70%. Todas las respuestas psicológicas, a excepción de la sensación de humedad, están significativamente relacionadas con las respuestas fisiológicas, y la humectación de la piel tiene un mayor impacto en la respuesta psicológica de la temperatura media de la piel.

2.6.2 Productividad

Se ha encontrado que en ambientes exteriores con altas temperaturas los trabajadores reducen automáticamente su actividad para evitar la generación de calor excesivo (Kjellstrom, Holmer, & Lemke, 2009) lo que disminuye su rendimiento y conlleva a efectos secundarios como retrasos, irritabilidad, inquietud, disminución del entusiasmo en el trabajo diario (Sahu & Kjellstrom, 2013), rendimiento psicomotor reducido, pérdida de concentración y capacidad de vigilancia (Varghese, Hansen, Bi, & Pisaniello, 2018).

Xiaodong, Hang, Yimin, & Ying (2016), evaluaron el impacto de las altas temperaturas en los trabajadores de dos (2) proyectos de construcción en Beijing, China durante el verano de 2014. Los resultados obtenidos arrojaron que entre las 14:00 a 15:00 es el más momento más peligroso para los trabajadores durante todo el día, y que las altas temperaturas disminuyen la productividad laboral, reduciendo el porcentaje de tiempo de trabajo directo en un 0,57% y aumentando el porcentaje del tiempo de inactividad en un 0,74% cuando el TGBH aumentó en 1 °C, resultados que se asemejan a los obtenidos por Yi & Chan (2017) al demostrar que

el estrés por calor reduce la productividad laboral de la construcción, disminuyendo en un 0.33% el porcentaje de tiempo de trabajo directo cuando el TGBH aumenta en 1 °C.

2.7 Enfermedades y accidentes asociados al estrés térmico por calor en la construcción

Como se mencionó anteriormente, la exposición al calor y la humedad intensos o prolongados, puede reducir en los trabajadores el entusiasmo y la concentración por su trabajo, aumentar su irritabilidad y conducir a enfermedades relacionadas con el calor (Yi & Chan, 2017). Las afecciones más destacables ocasionadas por el calor son la erupción cutánea, calambres musculares, síncope por calor, deshidratación, agotamiento por calor y golpe de calor y los síntomas asociados se muestran en la Figura 4.



Figura 3 Enfermedades relacionadas con el calor y síntomas asociados.

Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f

En el sector construcción, los trabajadores son propensos al estrés térmico por calor debido a que la mayoría son empleados para trabajos pesados en clima exteriores. Allí, la realización de tareas físicas exigentes como trabajos en andamios, barras de acero, fijación, montaje de acero estructural, encofrado, vertido de hormigón (Yi & Chan, 2017), paleo intenso, transporte de materiales y eliminación de escombros, junto con la exposición al calor, el sol directo, la falta de hidratación y el tiempo de exposición a las condiciones ambientales, son factores que inciden negativamente en la salud de los trabajadores (Ahmed, Bindekhain, Alshuweih, Yunis, & Matar, 2020), y desencadenan enfermedades físicas, mentales y psicológicas como problemas de la piel, tensión por calor, enfermedad por calor, agotamiento por calor, golpe de calor y trastornos crónicos por calor, afectando la productividad y la seguridad de los trabajadores (Farshad, Montazer, Monazzam, Eyvazlou & Mirkazemi, 2014). De acuerdo con Sadiq, Hashim, & Osman (2019) cuando el TGBH excede los 26 - 30 °C puede reducir la capacidad de trabajo y causar serios problemas de salud como insolación, calambres musculares, agotamiento por calor, insolación e incluso la muerte.

También, afecciones de salud como la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el peso y la temperatura corporal pueden ser directamente vinculadas a los parámetros individuales del cuerpo. Según Nielsen (2001), cuando se realiza un trabajo intenso en condiciones de calor, las glándulas sudoríparas activas pueden excretar grandes cantidades de sudor, hasta más de 2 l/h durante varias horas. Incluso, una pérdida de sudor de tan sólo el 1% del peso corporal (\approx entre 600 y 700 ml) afecta considerablemente al rendimiento laboral, lo que se manifiesta en un aumento de la frecuencia cardíaca (FC) (la FC aumenta unos cinco (5) latidos por minuto por cada 1% de pérdida de agua corporal) y de la temperatura interna del organismo. Si el trabajo es continuado, se produce un aumento gradual de la temperatura corporal, que puede alcanzar un valor cercano a 40 °C, una temperatura a la que probablemente se producirán trastornos por calor, debido en parte a la pérdida de líquido del sistema vascular.

Además, de acuerdo con Kjellstrom y otros (2016), en las ocupaciones intensivas en mano de obra y al aire libre, el aumento del calor ambiental está asociado con la enfermedad renal crónica, los efectos teratogénicos y el mal estado clínico, además de rendimiento laboral reducido, lo que se traduce en pérdida de ingresos.

A pesar de esto, pocos estudios de investigación han examinado los problemas de enfermedades y lesiones relacionadas con el calor en el sector de la construcción (Tymvios, Behm, Yunyan Jia, & Johnson, 2016), los que existen se limitan a indicar los efectos a largo plazo de la exposición a estrés térmico por calor (NIOSH, 2016). De la literatura revisada, en lo referente a las enfermedades derivadas del estrés por exposición al calor en el sector de la construcción se destaca el estudio realizado por Jia, Rowlinson & Ciccarelli (2016), denominado “*Climatic and psychosocial risks of heat illness incidents on construction site*”, en el cual se identificaron los riesgos que conducen a enfermedades por calor en los trabajadores de la construcción en una zona del suroeste de China, caracterizada por ser muy húmeda y calurosa, con veranos que alcanzan temperaturas medias del aire de aproximadamente 38 – 40 °C y una humedad relativa promedio del 60% durante el día.

Como resultado, se obtuvo que el riesgo al calor se desarrolla en cuatro etapas: estrés por calor efectivo que impacta en el cuerpo humano; a la aparición de la enfermedad por calor; luego a las consecuencias graves de la enfermedad por calor y finalmente a la fatalidad. Adicionalmente, el estudio afirma que las enfermedades por calor en el sector de la construcción son consecuencia de un problema sistémico que abarca peligros ambientales, condiciones fisiológicas, personales y organizativas, donde se destaca la ausencia de controles de ingeniería efectivos, control proactivo de los riesgos a través de intervenciones individuales y control reactivo a través del reconocimiento consciente y la respuesta a síntomas tempranos presentes en los trabajadores (erupción por calor, calambres por calor, mareos y fatiga), así como controles de humedad, calor radiante solar y ventilación en el sitio de trabajo. (Jia, Rowlinson & Ciccarelli, 2016)

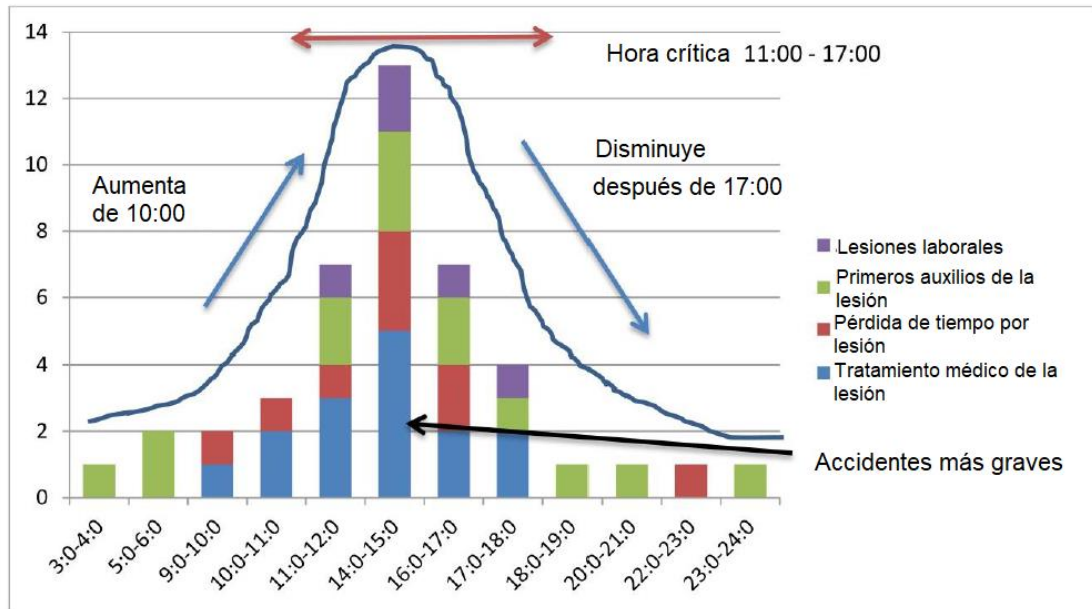
Considerando que los trabajadores de la construcción corren un riesgo elevado de estrés por calor, debido a las condiciones de trabajo a altas temperaturas y un clima cambiante, se puede afirmar que un número cada vez mayor de trabajadores están en riesgo, ya que el crecimiento de la industria ha sido impulsado por la alta demanda. El riesgo de que las enfermedades se vean incrementadas se debe al hecho de que hay pocas o ninguna normativa presente y/o aplicada para proteger a estos trabajadores (Acharya, Boggess, & Zhang, 2018) y porque los eventos en la salud asociados a la exposición a ambientes en la intemperie con temperaturas

altas no son reconocidos, y este subregistro condiciona la toma de decisiones y la articulación de políticas para la promoción y prevención de los trabajadores expuestos. (Hurtado & Sendoya, 2016)

Así mismo, los estudios realizados principalmente en entornos industrializados sugieren un mayor riesgo de lesiones traumáticas con el aumento de la exposición al calor, aunque los mecanismos exactos de los efectos de la exposición al calor sobre las lesiones traumáticas aún están bajo investigación. La efectividad de los enfoques de prevención de lesiones relacionadas con el calor aún no se ha establecido. Para mejorar la eficacia de los esfuerzos de prevención, la priorización de los enfoques no solo debe tener en cuenta la jerarquía de controles, los modelos socio-ecológicos, la participación de la comunidad y las partes interesadas, y la adaptación de los enfoques a los entornos de trabajo locales específicos, sino también, los métodos que reducen lo local y lo global y abordar mejor la fuente de exposición al calor. Se necesita la participación de expertos en salud ocupacional en el desarrollo transdisciplinario y la integración de estos enfoques. (Spector, Masuda, Wolff, Calkins, & Seixas, 2019)

Respecto a la accidentalidad asociada al estrés térmico por calor en el sector construcción, se debe considerar el aumento del riesgo de accidentes en los trabajadores que desempeñan sus actividades en ambientes calientes y húmedos, dado que los trabajadores están sometidos a una alta carga física y mental, que afecta su seguridad.

Una investigación realizada por Umar & Egbu (2018) llamada “*Heat Stress, a Hidden Cause of Accidents in Construction*” (Estrés térmico, una causa oculta de accidentes en la construcción) analizó 623 accidentes ocurridos en la Construcción en Omán (País de oriente medio), a través de la clasificación de los accidentes, y la aplicación de una entrevista semi – estructurada a una muestra de los trabajadores involucrados, para conocer el impacto del estrés por calor en estos accidentes, los resultados se muestran en la Gráfica 5.



Gráfica 5 Horas de mayor accidentalidad en Omán (País de oriente medio).

Fuente: (Umar & Egbu, 2018)

Los resultados mostraron que la mayoría de los accidentes tuvieron lugar durante el día de 11:00 a 17:00, y afirman que el estrés por calor no puede ignorarse porque el proyecto está situado en un área que tiene condiciones climáticas cálidas y la hora en que ocurrieron los accidentes (11:00 a 17:00) normalmente tiene la temperatura más alta. Sugieren que los trabajadores utilicen el periodo comprendido entre las 12:30 p.m. a 3:30 p.m. para tomar un descanso adecuado, sin embargo, en la mayoría de los sitios de construcción esto no sucede. Todos los entrevistados manifestaron que estaban lo suficientemente cansados en el día y hora de los accidentes, y que el clima era muy caluroso. La mayoría de los trabajadores informaron que el clima cálido fue una de las principales causas de los accidentes. (Umar & Egbu, 2018)

Otro estudio realizado en la región de Guangzhou en China durante los años 2011 y 2012, en el cual se analizaron los reclamos por lesiones relacionadas con el trabajo y su correlación con la temperatura máxima diaria medida con globo y bulbo húmedo (TGBH, °C), arrojó que los riesgos de reclamos por lesiones aumentaron con el aumento del TGBH en un 4.8% (lesiones relacionadas con el trabajo) y aumentaron un 4.1% los pagos del seguro de lesiones relacionadas con trabajos con exposición al calor por encima del valor límite para estrés por

calor (TLVs). Adicionalmente, los trabajadores masculinos, vinculados a pequeñas empresas y con baja educación, fueron los más afectados por el estrés térmico por calor, porque son más proclives a trabajos físicamente exigentes en ambientes hostiles, exponiéndose a un mayor riesgo en climas cálidos. En el caso de las mujeres, debido a sus características físicas y corporales, en ellas se generan lesiones o heridas más graves por la exposición al estrés térmico por calor, generando mayores costos por reclamos e incapacidades. También, existe un mayor riesgo de lesiones laborales relacionadas con el estrés térmico por calor en trabajadores de 45 años o más. El estudio también comprobó, que existe una correlación positiva entre la exposición a estrés térmico por calor y el riesgo de traumatismos, lesiones o accidentes ocupacionales al desempeñar los trabajos. (Ma, y otros, 2019)

De igual forma, un estudio de casos de exposición al calor y riesgo de lesiones entre trabajadores de la construcción al aire libre en el estado de Washington halló una correlación positiva entre la exposición al calor y el riesgo de un traumatismo ocupacional. Las lesiones de los trabajadores expuestos a ambientes exteriores en la industria de la construcción en Washington evidencian que la exposición al calor afecta la salud y la seguridad de los trabajadores más allá de solo enfermedades relacionadas con el calor. (Calkins, y otros, 2019)

Los estudios incluidos en esta revisión permiten afirmar que los trabajadores que se encuentran expuestos a estrés térmico por calor pueden presentar disminución en su productividad y tienen más riesgo de sufrir un accidente o lesión en su sitio de trabajo, frente a un trabajador que no se encuentra expuesto a este ambiente. El factor de exposición a estrés térmico por calor genera condiciones de riesgo que se suman a las inherentes de las actividades y trabajos que se desarrollan en la industria de la construcción. A partir de esto, y teniendo en cuenta que en países tropicales como Colombia, y en particular la región Caribe, donde la radiación del sol, junto con las altas temperaturas y humedad del aire aumentan la fatiga del trabajo pesado que conllevan al agotamiento y los golpes de calor, constituyen urgencias médicas y deterioros en la salud de los trabajadores (Organización Internacional del Trabajo, 1997), es pertinente que para contrarrestar los efectos del estrés por calor en trabajadores del sector de la construcción se promuevan líneas de investigación que profundicen en este tipo de riesgo, permitiendo la identificación temprana de los

síntomas que conllevan a enfermedades relacionadas con el calor y que influyen en la ocurrencia de accidentes y lesiones laborales. También, es necesario que entidades como la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), Ministerio de Salud, Ministerio del Trabajo, las diferentes asociaciones relacionadas con la Seguridad y la Salud en el Trabajo del país y las empresas dedicadas a esta actividad económica, articulen esfuerzos y trabajen de manera conjunta en el diseño, elaboración y divulgación de cartillas o guías orientativas para la gestión del estrés térmico por calor en el sector construcción, que serán una herramienta eficaz para la capacitación y sensibilización de los trabajadores y deben incluir información como:

1. Conceptualización del estrés térmico por calor.
2. Factores que inciden en el estrés térmico por calor (ropa, estilo de vida saludable, características del sitio de trabajo, uso de elementos de protección personal).
3. Riesgos y enfermedades asociados con el estrés por calor en la construcción, sintomatología y manejo de primeros auxilios.
4. Recomendaciones generales y preventivas para el manejo del estrés por calor en las zonas de construcción.

Paralelamente, se deben implementar medidas para evitar el estrés térmico por calor en la construcción, como las que se definen a continuación:

Tabla 3 Medidas Preventivas

MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE	
	EMPLEADOR	TRABAJADOR
Capacitaciones y sensibilización mediante cartillas orientativas sobre el manejo del estrés por calor en la construcción, efectos, síntomas y atención.	X	
Establecer un programa de vigilancia epidemiológica PVE, para identificar los trabajadores que tienen enfermedades de	X	

MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE	
	EMPLEADOR	TRABAJADOR
base como problemas cardiovasculares, respiratorios, renales, diabetes y otras condiciones que los hacen más vulnerables a los efectos del estrés térmico por calor.		
Informar sobre las condiciones de salud, si existe algún historial de afectaciones por el calor y si se encuentra medicado.		X
Suministrar Elementos de Protección Personal y dotación ligera que facilite el proceso de transferencia de calor entre el trabajador y el ambiente, tales como: Casco de seguridad, monogafas, capucha textil, ropa ligera con mangas largas y cuello redondo, pantalón largo tela denim, guantes de vaqueta, botas de seguridad.	X	
Usar adecuadamente los Elementos de Protección Personal e informar a la alta dirección en caso de deterioro para su reemplazo oportuno.		X
Medidas organizativas que incluyan: ciclos de trabajo - descanso adaptados a la actividad que se realice durante la jornada laboral, teniendo en cuenta que las tareas en el sector de la construcción son variadas. Sin embargo, se recomienda que la jornada laboral inicie a tempranas horas en la mañana (7:00 am -7:30 am), y en lo posible evitar realizar actividades pesadas durante los periodos más calurosos del día	X	

MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE	
	EMPLEADOR	TRABAJADOR
(comprendidos entre las 12:00 pm hasta las 3:00 pm).		
Instalar sitios de descanso para los trabajadores durante la jornada laboral. Se puede utilizar mallas polisombras o instalación de carpas y parasoles para brindar zonas de sombra.	X	
Instalar puntos de hidratación en los sitios de construcción, como cavas con bolsas de agua o termos con dispensadores ubicados a la sombra y en puntos específicos donde todos los trabajadores puedan tener fácil acceso.	X	

Es preciso señalar, que estas recomendaciones deben adaptarse a las condiciones particulares de cada sitio de construcción, como el tipo de obra que se ejecuta (civil o edificaciones), condiciones locativas, condiciones climáticas, la intensidad y complejidad de las tareas.

3 CONCLUSIONES

La exposición ambiental al calor es especialmente relevante para trabajos como los realizados en los sitios de construcción, donde la exposición extrema al calor representa un riesgo grave para los trabajadores. Sobre la base de los artículos de literatura revisados, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Mediante la búsqueda sistemática de artículos científicos relacionados con el estrés térmico por calor en el sector de la construcción, fue posible evidenciar que es imperativa la realización de más investigaciones sobre los trabajadores que experimentan exposición a condiciones de calor extremo, a fin de evaluar los impactos en términos de accidentalidad, enfermedades y productividad laboral.
- Se analizaron los factores que influyen en la percepción del estrés térmico por calor en los trabajadores de la construcción y se encontró una relación fuerte entre la temperatura exterior y el riesgo de lesiones en el lugar de trabajo que varía según aspectos como la edad, condiciones de salud, estilos de vida, condiciones propias del trabajo como el tipo de tarea, tiempos de exposición y uso de elementos de protección personal. Además, con la influencia del calentamiento global que conlleva a temperaturas más altas y días más calurosos, se espera que aumenten los accidentes laborales, lesiones y que disminuya la productividad.
- Es crucial que no solo las empresas dedicadas al sector de la construcción mejoren las medidas de prevención y protección actuales en los trabajadores expuestos a temperaturas ambientales extremas (calor), sino también, que a nivel gubernamental se diseñen y promuevan políticas que regulen y garanticen la protección laboral en este tipo de riesgo.

4 BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 105 - 118. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307>
- Acharya, P., Boggess, B., & Zhang, K. (2018). Assessing Heat Stress and Health among Construction Workers in a Changing Climate: A Review. *Environmental Research and Public Health*, 16. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ijerph15020247>
- Ahmed, H., Bindekhain, J., Alshuweihi, M., Yunis, M., & Matar, N. (2020). Assessment of thermal exposure level among construction workers in UAE using WBGT, HSI and TWL indices. *Industrial Health*, 170–181.
- Calkins, M., Bonauto, D., Hajat, A., Liebllich, M., Seixas, N., Sheppard, L., & Spector, J. (2019). A case-crossover study of heat exposure and injury risk among outdoor construction workers in Washington State. *Scand J Work Environ Health*, 588-599.
- Camacho Fagúndez, D. (2013). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara. . *Ciencia & Trabajo*, 31-34.
- CAMACOL Córdoba & Sucre. (Julio de 2019). Informe de Actividad Edificadora Regional Córdoba & Sucre. Obtenido de <http://www.camacolcordobaysucre.com/coordenada-urbana/>
- Cámara Colombiana de la Construcción. (14 de febrero de 2019). Informe de Gestión 2018 - 2019. (P. Medina Perdomo, Ed.) Bogotá. Obtenido de https://camacol.co/sites/default/files/Informe%20de%20Gestion%202018%202019_2.pdf
- Cámara Colombiana de la Construcción. (septiembre de 2019). Tendencias de la Construcción - Economía y Coyuntura Sectorial. Edición No. 16. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/sala-prensa/TENDENCIAS%20SEPTIEMBRE%2030%20DE%202019%20P%C3%81GINA%20WB.pdf>
- Chan, A. P., Yang, Y., Wong, F. K., & Yam, M. C. (2013). Dressing behavior of construction workers in hot and humid weather. *Occupational Ergonomics*(11), 177 - 186. Doi: 10.3233/OER-140217

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (Noviembre de 2002). Serie Estudios y Perspectivas No. 11: Mar del Plata productiva: Diagnóstico y elementos para una propuesta de desarrollo local. (A. y. Gennero de Rearte, Recopilador) Buenos Aires, Argentina. DOI: 1684-0356
- Construir América Central y el Caribe. (2020). Accidentes laborales: la realidad del sector construcción de América Latina. Obtenido de <https://revistaconstruir.com/accidentes-laborales-la-realidad-del-sector-construccion-de-america-latina/>
- Corporación Andina de Fomento. (2018). La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina - IDEAL 2015 - 2016. Obtenido de https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1355/IDEAL_VolSec_20181129.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dutta, P., Rajiva, A., Andhare, D., Azhar, G. S., Tiwari, A., & Sheffield, P. (2015). Perceived heat stress and health effects on construction workers. *Indian J Occup Environ Med.*, 19(3), 151 - 158. doi:10.4103/0019-5278.174002
- Fabricio, S. C. (2004). Experiencias y aplicabilidad de las normas ISO 7243 (EN 27243) e ISO 7933 (EN 12515) en Cuba y países del área. *MAPFRE SEGURIDAD*, 15 - 27.
- Farshad, A., Montazer, S., Monazzam, M., Eyvazlou, M., & Mirkazemi, R. (2014). Heat Stress Level among Construction Workers. *Iranian J Publ Health*, 492-498. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277143711_Heat_Stress_Level_among_Construction_Workers
- Federación Interamericana de la Industria de la Construcción - FIIC. (2019). La Evolución de la Economía de los países miembros de la FIIC durante 2018 - 2019. Obtenido de <https://fiic.la/index.php/banco-documental/evolucionfiic>
- Fouce Sánchez, A. (2016). El sector de la construcción en España desde una perspectiva histórica 1985 - 2015. Tesis de Pregrado, Universidade Da Coruña, La Coruña. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/18048/SanchezFouce_Alba_TFG_2016.pdf?sequence=2
- García, J., & Myro, R. (2015). Lecciones de economía española (12º ed.). Navarra: Civitas / Thomson Reuters.

- González, A., Bonilla, J., & Quintero, M. R. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 31(1), 5 - 15. Obtenido de <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/600/html>
- Henao R., F. (2012). Factores de Riesgo asociados en la construcción (Primera ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones. doi:ISBN: 978-958-648-716-0
- Hurtado H, V., & Sendoya S, F. A. (2016). Implicaciones en la salud de los trabajadores originadas por la exposición térmica en cultivos. *Revista Colombiana de Salud ocupacional*, 6(2), 58 - 65. Obtenido de <http://revistasoj.s.unilibrecali.edu.co/index.php/rcso>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (s.f.). Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor. Obtenido de <https://seguridadehigienelaboralblog.files.wordpress.com/2016/06/estres-termico.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). EVALTER-OBS: Método simple de evaluación de molestias térmicas y riesgos debidos al estrés térmico por observación directa de las condiciones de trabajo. 76. Obtenido de <https://cutt.ly/8umE3u6>
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (2019). Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud. ¿Qué hay que saber? Valencia. Obtenido de https://istas.net/sites/default/files/2019-04/Guia%20EstresTermico%20por%20exposicion%20a%20calor_0.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. 151. (R. Pachauri, & L. Meyer, Edits.) Geneva, Switzerland. Obtenido de <https://archive.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Jia, Y. A., Rowlinson, S., & Ciccarelli, M. (2016). Climatic and psychosocial risks of heat illness incidents on construction site. *Applied Ergonomics*(53), 25 - 35. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.08.008>
- Jin, L., Zhang, Y., & Zhang, Z. (2016). Human responses to high humidity in elevated temperatures for people in hot-humid climates. *Building and Environment* (114), 257 - 266. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.028>

- Kjellstrom, T., Holmer, I., & Lemke, B. (2009). Workplace heat stress, health and productivity - an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action* (2). doi:10.3402/gha.v2i0.2047
- Kjellstrom, T.; Briggs, D.; Freyberg, C.; Lemke, B.; Otto, M.; Hyatt, O. (2016). Heat, human performance, and occupational health: A key issue for the assessment of global climate change impacts. *Annu. Rev. Public Health* (37), 97–112.
- Levi, M., Kjellstrom, T., & Baldasseroni, A. (2018). Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat. *Medicina del Lavoro*, 109(3), 163 - 179. doi:10.23749/mdl.v109i3.6851
- Ma, R., Zhong, S., Morabito, M., Hajat, S., Xu, Z., He, Y., Huang, C. (2019). Estimation of work-related injury and economic burden attributable to heat stress in Guangzhou, China. *Science of the Total Environment*, 147–154.
- Marroquín, M, K., Ulloa, C, J., & Trinidad, P, G. (2008). Diseño de un sistema estratégico de información financiera por áreas funcionales que mejore la toma de decisiones en las grandes empresas dedicadas a la construcción y diseño de obras civiles del área Metropolitana de San Salvador. Tesis de Pregrado, Universidad de Gavidia, San Salvador. Obtenido de <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/handle/11592/7238>
- Mckinsey Global Institute. (27 de febrero de 2017). Reinventing construction through a productivity revolution. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>
- McKinsey Global Institute. (8 de mayo de 2020). How construction can emerge stronger after coronavirus. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/how-construction-can-emerge-stronger-after-coronavirus>
- Ministerio de Comercio. (abril de 2020). Información: Perfiles Económicos Departamentales - Departamento de Córdoba. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/a49c0639-d5c2-4079-82fb-9f4304f25d0f/Cordoba>
- Moda, H. M., Filho, W. L., & Minhas, A. (2019). Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 34 - 58. doi:10.3390/ijerph16183458

- Moreno, L. A. (2010). Una inversión a largo plazo. El Espectador. Disponible en <http://www.elespectador.com/articulo-221383-una-inversion-largo-plazo>
- Nielsen, B. (2001). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Efectos del estrés por calor y trabajo en ambientes calurosos, Capítulo 42.
- NIOSH (2016). NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. By Jacklitsch B, Williams WJ, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH). Publication 2016-106.
- Oficina Internacional del Trabajo. (2017). Trabajo y Cambio Climático: La iniciativa Verde. Ginebra: Publicaciones OIT. Obtenido de http://www.oit.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_554699.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). Competition in the Construction Industry. Obtenido de [https://one.oecd.org/document/DAF/COMP\(2008\)36/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/COMP(2008)36/en/pdf)
- Organización Internacional del Trabajo OIT. (1997). Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción: manual de capacitación. 107. Montevideo. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_218620.pdf
- Organización Internacional del Trabajo. (1998). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+93.+Construcci%C3%B3n>
- Organización Internacional del Trabajo. (2019). Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work. Geneva: Publications Production Unit (PRODOC). ISBN 978-92-2-132968-8.
- Organización Meteorológica Mundial. (2019). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2018. Ginebra: Publicaciones OMM. Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5845

- Organización Panamericana de la Salud. (2019). Ola de Calor y Medidas a Tomar - Revisión Preliminar. Washington DC: OPS. Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&alias=48467-heat-wave-and-measures-to-take-preliminary-review-spanish&category_slug=detection-verification-risk-assessment-1226&Itemid=270&lang=es
- Roa Pintor, D. S. (2019). Análisis del comportamiento del sector de la construcción en Colombia y las respuestas generadas por las empresas ante los cambios del entorno, durante el periodo 2015 - 2018. Tesis de Pregrado, Universidad del Rosario, Bogotá. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20608/RoaPintor-DannaStephania-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robledo, F. (2013). Riesgos en la construcción. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Rowlinson, S., YunyanJia, A., Li, B., & ChuanjingJu, C. (2014). Management of climatic heat stress risk in construction: A review of of practices, methodologies, and future research. Accident Analysis and Prevention (66), 187 - 198. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.08.011>
- Sadiq, L. S., Hashim, Z., & Osman, M. (2019). The Impact of Heat on Health and Productivity among Maize Farmers in a Tropical Climate Area. Journal of Environmental an Public Health, 7. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/9896410>
- Sahu, S., & Kjellstrom, M. S. (2013). Heat Exposure, Cardiovascular Stress and Work Productivity in Rice Harvesters in India: Implications for a Climate Change Future. Industrial Health, 51(4), 424 - 431. doi:10.2486/indhealth.2013-0006
- Secretaría de Salud Laboral UGT. (2012). Cuadernillo Informativo de PRL: Temperaturas Extremas. Madrid, España.
- Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo. (2011). Nuevos Protocolos para el diagnóstico de enfermedades profesionales. Bogotá: Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo.
- Spector, J., Masuda, Y., Wolff, N., Calkins, M., & Seixas, N. (2019). Heat exposure and occupational injuries: Review of the literature and implications. Curr Environ Health Rep, 16. Doi: 0.1007/s40572-019-00250-8

- Stérling, J. A. (2015). El Estrés Térmico Laboral: ¿Un nuevo riesgo con incidencia creciente? *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 5(3), 5 - 10. doi: <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.3.2015.4903>
- Torres M, R. (agosto de 2019). Efectos del Cambio Climático sobre la Salud y el Trabajo: Impacto sobre actividades laborales y entorno. Chile. Obtenido de https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27839/1/Efectos_del_cambio_climatico_sobre_la_salud_y_el_trabajo.pdf
- Tymvios, N., Behm, M., Yunyan Jia, A., & Johnson, K. (2016). Heat Stress in the U.S. Construction Industry. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/303811144>
- Umar, T., & Egbu, C. (2018). Heat Stress, a Hidden Cause of Accidents in Construction. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*, 49-60.
- Varghese, B. M., Hansen, A., Bi, P., & Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature reviews. *Safety Science* (110), 380 - 392. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.027>
- Xiaodong, L., Hang, C. K., Yimin, Z., & Ying, L. (2016). Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working environments on construction labor productivity in China: A case study of rebar workers. *Building and Environment* (95), 42 - 52. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.09.005>
- Yang, Y., & Chan, A. P.-C. (2017). Heat Stress Intervention Research in Construction: Gaps and Recommendations. *Industrial Health*, 55(3), 201 - 209. doi:10.2486/indhealth.2016-0047
- Yasmeen, S., Liu, H., Wu, Y., & Li, B. (2020). Physiological responses of acclimatized construction workers during different work patterns in a hot and humid subtropical area of China. *Journal of Building Engineering* (30). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101281>
- Yi, W., & Chan, A. (2017). Effects of Heat Stress on Construction Labor Productivity in Hong Kong: A Case Study of Rebar Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9) Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ijerph14091055>

- Yi, W., & Chan, A. P. (2015). Which Environmental Indicator Is Better Able to Predict the Effects of Heat Stress on Construction Workers? *Journal of Management in Engineering*, 31(4). doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000284.